FICHA IDENTIFICATIVA

Datos de la Asignatura

Código	33202
Nombre	Biología de Sistemas
Ciclo	Grado
Créditos ECTS	6.0
Curso académico	2017 - 2018

Titulación(es)

Titulación	Centro	Curso	Periodo
1102 - Grado de Biotecnología	Facultad de Ciencias Biológicas	4	Anual

Materias

Titulación	Materia	Caracter
1102 - Grado de Biotecnología	126 - Biología de Sistemas	Optativa

Coordinación

Nombre	Departamento
MORENO MARIÑO, JOAQUIN	30 - Bioquímica y Biología Molecular

RESUMEN

La asignatura de Biología de Sistemas es una materia optativa del grado de Biotecnología cuyo objetivo fundamental es familiarizar al alumno con una forma de estudiar el medio vivo a nivel molecular y celular en la que se resaltan las relaciones de interdependencia entre los elementos constituyentes, se analizan las consecuencias funcionales de estas interacciones, se priman los aspectos cuantitativos y se enfatiza la necesidad de una modelización matemática para poder abordar la complejidad propia de los organismos vivos. Se trata de una visión relativamente nueva para el alumno en la que, considerando asumidos los contenidos descriptivos de materias como Bioquímica, Biología Celular y Genética, se realiza una abstracción que busca generalizar los aspectos funcionales y analizar sus ventajas y limitaciones mediante modelización matemática utilizando la óptica propia de un ingeniero. El objetivo no es describir el ser vivo sino abstraer, a partir de su compleja descripción, los elementos esenciales e imaginar la lógica funcional subyacente. En este sentido cabe destacar el prometedor campo abierto recientemente por la denominada Biología Sintética, que aspira a producir organismos “de diseño” con nuevas propiedades de utilidad industrial, terapéutica o social. Este enfoque es indudablemente de gran interés para un biólogo molecular, pero exige volver a familiarizarse con unas bases matemáticas y físicas que, si bien son conocidas por los alumnos, no se han utilizado con asiduidad en la mayor parte de las asignaturas que constituyen el recorrido curricular del grado, y pueden haber quedado parcialmente olvidadas. En este sentido, la asignatura se inicia recordando estos conceptos básicos para aplicarlos luego a situaciones biológicas de complejidad creciente.

CONOCIMIENTOS PREVIOS

Relación con otras asignaturas de la misma titulación

No se han especificado restricciones de matrícula con otras asignaturas del plan de estudios.

Otros tipos de requisitos

Aunque no es necesario ningún conocimiento especial de Matemáticas o Física fuera de lo impartido en el primer curso del grado, es deseable una cierta simpatía (o, al menos, ausencia de rechazo) hacia estas disciplinas. El óptimo aprovechamiento del curso requiere además el conocimiento del idioma inglés a nivel de traducción de textos científicos.

COMPETENCIAS

1102 - Grado de Biotecnología

- Poseer y comprender los conocimientos en Biotecnología.
- Capacidad de interpretar datos relevantes.
- Capacidad para transmitir ideas, problemas y soluciones dentro de la Biotecnología.
- Desarrollo de habilidades para emprender estudios posteriores.
- Analizar a nivel molecular el resultado de la manipulación de un organismo.
- Ser capaz de abordar el análisis de la estructura de macromoléculas al objeto de modificarla con fines biotecnológicos.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

El objetivo fundamental de esta asignatura es reconciliar los conocimientos de naturaleza descriptiva (y específicamente aquellos aportados por la biología molecular y celular) previamente adquiridos sobre los seres vivos con las leyes físicas universales que operan en la naturaleza. El alumno debe familiarizarse con el análisis cuantitativo de los fenómenos biológicos para convencerse de que los seres vivos cumplen las mismas leyes físicas que rigen el resto del universo (expresables en forma de ecuaciones matemáticas que ligan variables cuantitativas) y, por ello, estas leyes son relevantes para la descripción del medio vivo. Además el alumno debe conocer que, dentro del estricto marco de las leyes físicas a las que están sometidos, los seres vivos han desarrollado soluciones propias y originales para resolver problemas de regulación ligados a la supervivencia y adaptación al medio. El análisis matemático de estas soluciones permite entender la lógica del diseño funcional de los seres vivos, establecer de forma precisa y cuantitativa los límites de sus potencialidades, y comprender el valor adaptativo de estas peculiaridades de la materia viva. El fin último de esta asignatura es acercar al alumno a esta visión analítica del ser vivo que conecta la biología con el resto de las ciencias naturales, a la vez que permite abordar el estudio de problemas esenciales de la biología cuya complejidad escapa a la interpretación intuitiva.

En concreto, se pretende que, a través de la asignatura, el alumno desarrolle las siguientes destrezas:

A) Adquisición de conocimientos

1) Actualización de los conocimientos de física y matemáticas que son relevantes para la descripción, análisis y comprensión de los fenómenos vitales.

2) Conocimiento del diseño funcional de macromoléculas biológicas y de sus capacidades y limitaciones como máquinas microscópicas.

3) Conocimiento de procesos celulares importantes para la actividad vital, analizados desde el punto de vista físico y matemático.

B) Desarrollo de habilidades científicas

1) Hábito de indagar en los problemas biológicos hasta conectar con sus bases físicas.

2) Capacidad de establecer relaciones cuantitativas entre magnitudes biológicas en forma de modelos matemáticos con capacidad predictiva.

3) Familiarización con los procedimientos matemáticos de análisis de los modelos, y capacidad de deducir las propiedades y limitaciones del proceso modelizado en base a las interacciones que lo gobiernan.

C) Desarrollo de habilidades sociales

Los seres vivos son probablemente los objetos más complejos del universo. Su comprensión última exige ser analizados utilizando todas las herramientas disponibles en los diversos campos de la ciencia y, por ello, necesita seguramente de la colaboración de científicos (biólogos, químicos, físicos, matemáticos e ingenieros) con especializaciones radicalmente distintas. En su calidad de materia interdisciplinaria, la Biología de Sistemas aporta al biotecnólogo un bagaje científico que le permite comunicarse con especialistas de otros campos, con los que desee colaborar o, simplemente, intercambiar ideas o información. En este sentido, los conocimientos impartidos en esta asignatura ayudan a la formación de una mente abierta, dispuesta a incorporar ideas provenientes de otros campos de la ciencia en el estudio del funcionamiento de los seres vivos.

Por otro lado, esta asignatura contribuye también al desarrollo de otras habilidades sociales (enfoque racional en la resolución de problemas, capacidad de argumentación, manejo de las fuentes de información, uso del inglés a través de la bibliografía, etc.) propias del aprendizaje de toda ciencia.

DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS

1. Conceptos básicos

Introducción a la Biología de Sistemas. Conceptos matemáticos y físicos útiles en Biología. Flujo de energía libre en el medio vivo. Acoplamientos energéticos.

2. Modelización

Modelos deterministas en ecuaciones diferenciales temporales. Sistemas dinámicos. Estados estacionarios y estabilidad. Ciclos límite y oscilaciones mantenidas. Bifurcaciones y caos dinámico.

3. Probabilidad y Mecánica estadística

Distribuciones probabilísticas. Distribución de Boltzmann, Consecuencias cinéticas y termodinámicas. Flujos cíclicos y balance detallado. Tipos de ruido y su descripción.

4. Máquinas biológicas

Maquinaria biológica. Limitaciones termodinámicas. Interacciones a nivel molecular. Diseño de receptores, transportadores, catalizadores y motores moleculares. Mecanismos de fidelidad de reconocimiento y control de errores.

5. Cibernética

Respuesta frecuencial de un sistema. Retroalimentación. Análisis de circuitos de regulación. Circuitos homeostáticos y resistencia a fluctuaciones. Circuitos de percepción de estímulos. Cascadas de amplificación y diversificación de señales. Circuitos que producen oscilaciones. Ritmos y relojes biológicos.

6. Análisis de redes

Redes aleatorias. Redes metabólicas y de interacciones génicas. Análisis de restricción y ligaduras. Problemas de complejidad.

7. Procesos espacio-temporales

Ecuaciones diferenciales en derivadas parciales. Paseo errático y leyes de difusión. Tiempos de captura. Modelos de difusión con arrastre y de reacción-difusión. Procesos morfogenéticos.

VOLUMEN DE TRABAJO

ACTIVIDAD	Horas	% Presencial
Clases de teoría	43,00	100
Prácticas en aula	17,00	100
Estudio y trabajo autónomo	25,00	0
Preparación de actividades de evaluación	50,00	0
Preparación de clases de teoría	5,00	0
Preparación de clases prácticas y de problemas	10,00	0
TOTAL	**150,00**	

METODOLOGÍA DOCENTE

La materia se impartirá en forma de clases teóricas en el aula de una hora de duración. Estas clases incluirán no sólo la exposición de conceptos, sino también ejemplos de aplicación de estos conceptos a la modelización biológica. Las explicaciones teóricas se interrumpirán periódicamente para intercalar algunas aplicaciones que requieran cálculos cuantitativos en forma de problemas que se resolverán detalladamente en clase. De forma paralela se plantearan otros problemas de interés biológico a resolver por el alumno (bajo la tutoría del profesor) en base a las explicaciones teóricas recibidas, a los problemas-modelo resueltos en clase, y a bibliografía auxiliar que el profesor pueda sugerir.

Dado que la asignatura se va asentando sobre una serie de conceptos básicos que es necesario asimilar para seguir progresando, se llevará a cabo una evaluación continuada para fomentar que el alumno lleve la asignatura al día.

EVALUACIÓN

Se propone una evaluación continuada a través de exámenes cortos realizados con una periodicidad de unas cuatro semanas, aproximadamente. Estos exámenes no eliminarán materia sino que ésta se irá acumulando a lo largo del curso. Alternativamente, para los que no superen la evaluación continuada, se realizará un examen final escrito de toda la asignatura.

Los exámenes constarán tanto de cuestiones teóricas como de problemas (estos últimos, se podrán resolver en algunos casos con ayuda de apuntes y libros). En ambos casos se evaluará no sólo la adquisición de conocimientos sino también la capacidad de aplicarlos para modelizar problemas biológicos, analizar los modelos y sus predicciones, y extraer conclusiones relevantes. Para ello, en todo examen se planteará al menos una situación biológica que el alumno tendrá que modelizar, proponiendo ecuaciones en base a las interacciones relevantes, analizando matemáticamente las consecuencias del modelo y contrastando sus predicciones con la respuesta biológica esperada. Los exámenes se calificarán sobre un total de 10 puntos, siendo necesario alcanzar una nota de 5.0 (bien como media de los exámenes periódicos o como calificación del examen final) para aprobar la asignatura.

REFERENCIAS

Básicas

- ALON, U. An introduction to Systems Biology: Design principles of biological circuits. Chapman & Hall/CRC, 2007.
- COVERT, M.W. Fundamentals of Systems Biology. CRC Press, 2014.
- DiSTEFANO, J. Dynamic Systems Biology modeling and simulation. Elsevier, 2013.
- FALL, C.P., MARLAND, E.S., WAGNER, J.M. y TYSON, J.J. Computational cell biology. Springer, 2002.
- INGALLS, B.P. Mathematical Modeling in Systems Biology. MIT Press, 2013.
- PHILLIPS, R., KONDEV, J., THERIOT, J. y GARCÍA, H.G. Physical biology of the cell. 2nd ed. Garland Science, 2012.
- SNEPPEN,K. Models of life: Dynamics and regulation in biological systems. Cambridge University Press, 2014
- VOIT, E. A first course in Systems Biology. Garland Science, 2012.

Complementarias

- BEARD, D.A. Biosimulation. Cambridge University Press, 2012.
- EDELSTEIN-KESHET, L. Mathematical models in biology. McGraw & Hill, 1988.
- NELSON, P. Physical Models of Living Systems. W.H. Freeman & Co., 2015.
- PALSSON, B.Ø. Systems biology: Simulation of dynamic network states. Cambridge University Press, 2011.
- SEGEL, L.A. y EDELSTEIN-KESHET, L. A primer on mathematical models in Biology. SIAM Press, 2013.
- Van den BERG, H. Mathematical models of biological Systems. Oxford University Press, 2011.